

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-052542

(43)Date of publication of application : 23.02.2001

(51)Int.Cl.

H01B 12/04

H01B 12/12

(21)Application number : 11-227137

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE  
TOKYO ELECTRIC POWER CO INC:THE

(22)Date of filing : 11.08.1999

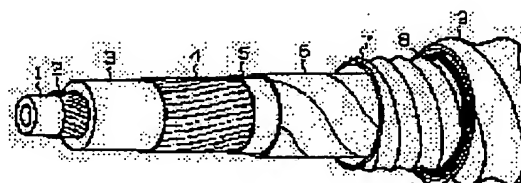
(72)Inventor : MIYOSHI KAZUTOMI  
TSUBOUCHI HIROKAZU  
MUKOYAMA SHINICHI  
IWATA YOSHIHIRO  
HONJO SHOICHI  
MIMURA TOMOO

## (54) SUPERCONDUCTIVE CABLE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To protect a shield layer sufficiently, and to prevent an excessive current from flowing through the shield layer in case of short circuit accident.

SOLUTION: Multiple oxide superconductive line materials or the like are spirally wound on the outer peripheral surface of a winding core 1 to form a superconductive conductor layer 2. A tape made of craft paper or semi-synthetic paper is wound as multiple layers on the superconductive conductor layer 2 to form an insulating layer 3. Multiple superconductive wires are spirally wound on the outer peripheral surface of the insulating layer 3 to provide a shield layer 4, thereby forming a core part of a superconductive cable. A protective tape layer 5 is formed on the shield layer 4. Then, a metal tape protective layer 6 using a copper tape, a copper wire or a copper braiding is formed to protect the shield layer 4 and to distribute short circuit current in a short circuit accident.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

25.09.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-52542

(P2001-52542A)

(43) 公開日 平成13年2月23日 (2001.2.23)

(51) Int.Cl.

識別記号

F I

ページ・ド (参考)

H 0 1 B 12/04

H 0 1 B 12/04

5 G 3 2 1

12/12

12/12

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平11-227137

(22) 出願日 平成11年8月11日 (1999.8.11)

(71) 出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(71) 出願人 000003687

東京電力株式会社

東京都千代田区内幸町1丁目1番3号

(72) 発明者 三好 一富

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

(74) 代理人 100100963

弁理士 野田 陽男

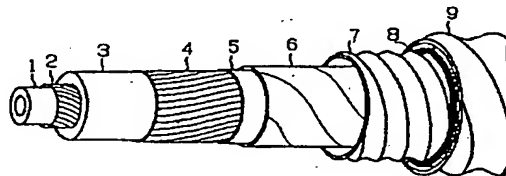
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超電導ケーブル

(57) 【要約】

【課題】 遮蔽層の保護を十分に行うとともに、短絡事故が発生しても遮蔽層に過大な電流が流れないようにする。

【解決手段】 巻芯1の外周に、複数本の酸化物超電導線材等を螺旋状に巻線して超電導導体層2を形成し、その上にクラフト紙あるいは半合成紙よりなるテープを多層に巻き付けて絶縁層3を形成する。さらに、絶縁層3の外周には、複数本の超電導線材を螺旋状に巻線して遮蔽層4を施して超電導ケーブルのコア部を形成する。そして、遮蔽層4の上には、保護テープ層5を形成し、さらに、銅テープ、銅線、銅組紐等により金属テープ保護層6を形成し、遮蔽層4を保護するとともに、短絡事故時の短絡電流を分流させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 超電導導体と、該超電導導体の外周に設けられた絶縁層と、該絶縁層の外周に形成された超電導性の遮蔽層と、該遮蔽層の外側に形成された金属製の保護層とを具えたことを特徴とする超電導ケーブル。

【請求項2】 前記保護層中、長手方向に絶縁被覆線を有していることを特徴とする請求項1記載の超電導ケーブル。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、超電導ケーブルコネクタの外周部分に遮蔽層を具えた超電導ケーブルに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図5は、従来の超電導ケーブルを示す図である。図5において、1は巻芯、2は超電導導体層、3は絶縁層、4は遮蔽層、5は保護テープ層、7は内部コルゲート管、8は断熱層、9は外部コルゲート管である。

【0003】 金属管等よりなる巻芯1の外周に、複数本の酸化超電導線材等を螺旋状に巻いて超電導導体層2を形成し、その上にクラフト紙等よりなるテープを多層に巻き付けて絶縁層3を形成している。さらに、絶縁層3の外周には、複数本の超電導線材を螺旋状に巻線して遮蔽層4を施して超電導ケーブルのコア部を形成している。

【0004】 コア部は、外周にポリエチレンテレフタレート（PET）のテープを螺旋状に巻き付けて保護テープ層5を形成した状態で内部コルゲート管7の中に収納し、内部コルゲート管7の中に液体窒素等よりなる寒剤を流すことでコア部を冷却し、ケーブルを超電導状態に保持するようにしている。さらに、内部コルゲート管7は、口径が大きい外部コルゲート管9の中に収納し、内部コルゲート管7と外部コルゲート管9との間に、スーパーインシュレーションを多層に巻き付けて形成した断熱層8を介在させ、かつ、内部コルゲート管7と外部コルゲート管9との間の空間を真空状態に保持することにより、外部から内部コルゲート管7内部への熱の侵入を低く抑えている。

【0005】 保護テープ層5は、ケーブル製造時にコア部を内部コルゲート管7に収納する際や、ケーブル布設時及び実使用時に、コア部が内部コルゲート管7の内面の凸部と擦れあって傷つくのを防止するために設けられている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、そのような従来の超電導ケーブルでは、保護テープ層5としては、ポリエチレンテレフタレート等よりなるテープを螺旋状に巻き付けているだけなので強度が不十分で、ケーブル製造時やケーブル布設時等に遮蔽層4が傷つき易

く、遮蔽層4の超電導特性が低下して遮蔽効果が損なわれて交流損失の増大をまねくという問題点があった。また、この対策として、予め遮蔽層4の特性低下を見込んで、余分に超電導線材を巻線するようにしていたためコスト高になるという問題点もあった。さらに、短絡事故が発生すると、遮蔽層4に過大な電流が流れて遮蔽層4が破損し、事故後の復帰が不可能になるという重大な問題もあった。

【0007】 本発明は、そのような問題点を解決し、遮蔽層の保護を十分に行うとともに、短絡事故が発生しても遮蔽層に過大な電流が流れないようにすることを目的とするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】 前記課題を解決するため、請求項1に記載の超電導ケーブルは、超電導導体と、該超電導導体の外周に設けられた絶縁層と、該絶縁層の外周に形成された超電導性の遮蔽層と、該遮蔽層の外側に形成された金属製の保護層とを具えたことを特徴とする。このようにすると、保護層の強度が大きくなって遮蔽層を十分に保護できるとともに、短絡事故が発生しても事故電流の一部を保護層に分流させることにより遮蔽層に過大な電流が流れないようにすることができる。

【0009】 そして、請求項2に記載の超電導ケーブルは、前記保護層中、長手方向に絶縁被覆線を有していることを特徴とする。このようにすると、超電導ケーブルの臨界電流特性を測定する際に、絶縁被覆線を電圧リードとして用いることにより、測定結果に対する誘導ノイズの影響を低減させることができる。

【0010】

【発明の実施の形態】 以下、本発明の実施の形態を図面に基いて詳細に説明する。

（第1実施形態） 図1は、本発明の第1実施形態を示す図である。符号は、図5のものに対応しており、6は金属テープ保護層である。

【0011】 金属管あるいはスパイラル管、コルゲート管等のフレキシブル管等よりなる巻芯1の外周に、複数本の酸化超電導線材等を螺旋状に巻線して超電導導体層2を形成し、その上にクラフト紙あるいは半合成紙よりなるテープを多層に巻き付けて絶縁層3を形成している。さらに、絶縁層3の外周には、複数本の超電導線材を螺旋状に巻線して遮蔽層4を施して超電導ケーブルのコア部を形成している。

【0012】 ここで、超電導導体層2及び遮蔽層4を形成する超電導線材としては、例えば、Bi系の酸化超電導体に銀マグネシウム合金シースを施した高温超電導テープ線を用いることができる。そして、超電導導体層2では、例えば、芯数が55本、液体窒素中での臨界電流値が27Aで、幅3.5mm、厚さ0.2mmの高温超電導テープ線を、1層当たり16本巻き付けて、それ

を4層形成する。また、遮蔽層4では、同様な高温超電導テープ線を1層当たり31本巻き付けて、2層形成する。しかし、必ずしもそれに限定されず、超電導体層2、遮蔽層4の層数は、それ以外でも単数層でもよく、さらに、複数層にする場合、層間に絶縁テープを施工してもよい。

【0013】また、超電導線材としては、Bi系以外にも、Y系、Nd系、Hg系、Pb系、Tl系等の酸化物系超電導線材でもよく、さらに、Nb系、Nb<sub>3</sub>Sn系、V<sub>3</sub>Ga系等の金属系超電導線材でもよい。また、シース材も銀マグネシウム合金以外に、銀マンガン合金や銅、アルミニウム等でもよい。さらに、シースとせず、ベース状の銀やニッケル等のテープ状の基材としてもよい。

【0014】一方、超電導体層2外周に施した絶縁層3は、幅30mm、厚さ150 $\mu$ mのクラフト紙テープを4層巻き付けた。ただし、絶縁層3の材料としては、クラフト紙以外に、オリエンテッドポリプロピレンラミネートペーパー（OPPL）やポリプロピレンラミネートペーパー（PPLP）等の半合成紙でもよい。また、巻数は、ケーブルに必要な耐電圧値に応じて適宜調整される。

【0015】遮蔽層4の上には、ポリエチレンテレフタレート（PET）のテープを螺旋状に巻き付けて保護テープ層5を形成した上に、さらに、幅30mm、厚さ0.2mmの銅テープをギャップを開けながら6層に巻き付けた。この金属テープ保護層6の材料としては、良導電性であれば、銅以外でもよく、例えばアルミニウムを用いることができる。さらに、層数も6層に限定されず、遮蔽層4が傷まない条件を満たし、かつ、短絡事故時の過大電流を十分に分流できる断面積が確保されればよい。

【0016】（他の実施形態）図2は、本発明の第2実施形態を示す図であり、図3は、本発明の第3実施形態を示す図である。図2、図3において、符号1～5は、図1のものに対応しており、10は金属線保護層、11は絶縁被覆導線、12は編組線保護層、13は絶縁被覆導線である。

【0017】図1のものにおける金属テープ保護層6の代わりに、第2実施形態では、複数本の銅線を巻き付けて金属線保護層10を形成し、第3実施形態では、銅線からなる編組線保護層12を形成している。それらの銅線としては、第2実施形態の金属線保護層10では、例えば、直径2mmのものを、第3実施形態の編組線保護層12では、例えば、直径0.7mmのものをを用いることができる。また、金属線保護層10や編組線保護層12の中の一部にホルマル等の絶縁被覆を施した絶縁被覆導線11、13を用いている。絶縁被覆導線11（13）は、1本又は複数本設ける。絶縁被覆導線11（13）は、コア部に沿って布設された状態になっている。

【0018】このように、金属線保護層10や編組線保護層12の中の一部に絶縁被覆導線11、13を設けておくと、その絶縁被覆導線11、13を、臨界電流特性を測定する際の電圧リードとして用いることができる。次に、その点について説明する。

【0019】図4は、臨界電流特性の測定方法を示す図である。図4において、符号11は、図2のものに対応しており、14は超電導ケーブル、15はそのコア部、16、17はケーブル端末、18、19接続点、20はリード線、21は電圧計である。

【0020】超電導ケーブルの臨界電流特性の測定は、超電導体層に流れる電流を徐々に増加させていきながらケーブル両端間の電圧降下を測定する。超電導体層が超電導状態にあるときは、超電導体の抵抗が0であるため電圧降下も0になるが、電流が臨界電流になると超電導状態が崩れだして電圧降下が発生する。その電圧降下を検出することにより臨界電流の測定ができる。その際、数m以上のケーブルの臨界電流特性の測定には、mV以下のレベルの電圧測定が必要となる。

【0021】しかしながら、従来の臨界電流特性の測定方法では、図4（ロ）のように、ケーブル両端に設けたケーブル端末の出口間に電圧計21を接続するようにしており、超電導ケーブルの超電導体層と電圧計21を接続するリードとで巨大なループが形成されるため、外部からの誘導ノイズの影響を受けやすくmV以下のレベルの電圧測定は困難であった。

【0022】それに対して、第2、第3実施形態の超電導ケーブルでは、図4（イ）に示すように、コア部に沿って配された状態になっている絶縁被覆導線11（又は絶縁被覆導線13）の他端を接続点18で超電導体層に半田付けして、電圧計21に接続するリードとして利用する。その結果、超電導ケーブルの超電導体層とリードとで形成されるループの断面積を極めて小さくすることができ、外部からの誘導ノイズの影響を低減することができる。

【0023】以上、第1、第2及び第3実施形態のいずれの場合においても、内径78mmのステンレス製の内部コルゲート管7にコアを3本撚り合わせたものを収納して、液体窒素中に浸漬し、遮蔽層の超電導特性を測定したところ、遮蔽層の超電導特性は低下していないことが分かった。さらに、短絡電流として遮蔽部分に20kArmsを0.5秒通電しても、電流が保護層に分流されて保護層に過大な電流が流れず、保護層は損傷を受けることがなかった。

【0024】なお、第2、第3実施形態において、金属線保護層10や編組線保護層12としては、銅線だけでなくアルミニウム線等、その他の良導電性の線材を用いることもできる。また、前記電圧リードとして用いる絶縁被覆導線は、巻芯1に接して設けたり、絶縁層3、遮蔽層4、保護テープ層5などの層に配して、前述した誘

導ノイズの影響を低減する効果が得られる。

【0025】

【発明の効果】本発明は、以上説明したように構成されているので、次に記載するような効果を奏する。すなわち、請求項1に記載の超電導ケーブルは、遮蔽層の外側に金属製の保護層を設けたので、保護層の強度が大きくなって遮蔽層を十分に保護できるとともに、短絡事故が発生しても事故電流の一部を保護層に分流させることにより遮蔽層に過大な電流が流れないようにすることができる。

【0026】そして、請求項2に記載の超電導ケーブルは、保護層が絶縁被覆線を有するようにしたので、絶縁被覆線を臨界電流特性の測定の際に、電圧リードとして用いることにより、誘導ノイズの影響を低減させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態を示す図である。

【図2】本発明の第2実施形態を示す図である。

\*【図3】本発明の第3実施形態を示す図である。

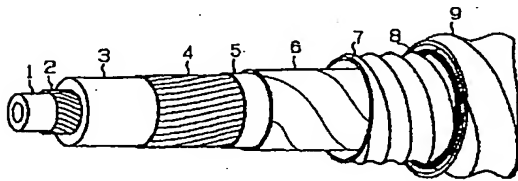
【図4】臨界電流特性の測定方法を示す図である。

【図5】従来の超電導ケーブルを示す図である。

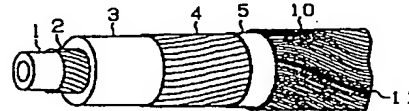
【符号の説明】

- 1…巻芯
- 2…超電導導体層
- 3…絶縁層
- 4…遮蔽層
- 5…保護テープ層
- 6…金属テープ保護層
- 7…内部コルゲート管
- 8…断熱層
- 9…外部コルゲート管
- 10…金属線保護層
- 11…絶縁被覆導線
- 12…編組線保護層
- 13…絶縁被覆導線

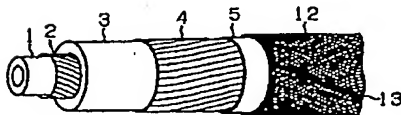
【図1】



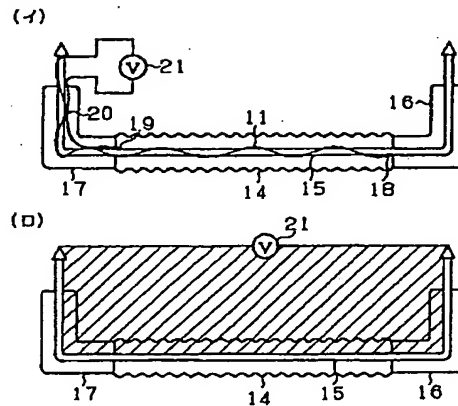
【図2】



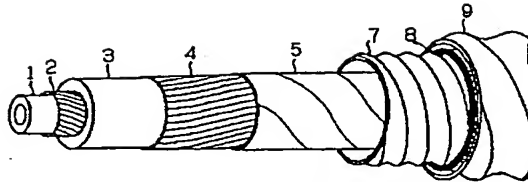
【図3】



【図4】



【図5】



## フロントページの続き

(72)発明者 坪内 宏和  
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古  
河電気工業株式会社内

(72)発明者 向山 晋一  
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古  
河電気工業株式会社内

(72)発明者 岩田 良浩  
神奈川県横浜市鶴見区江ヶ崎町4番1号  
東京電力株式会社電力技術研究所内

(72)発明者 本庄 昇一  
神奈川県横浜市鶴見区江ヶ崎町4番1号  
東京電力株式会社電力技術研究所内

(72)発明者 三村 智男  
神奈川県横浜市鶴見区江ヶ崎町4番1号  
東京電力株式会社電力技術研究所内

Fターム(参考) 5G321 AA01 AA05 BA01 CA05 CA19  
CA27 CA48 CA50 CA52 CA99  
CB04 CB05 CB08